

X3

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 07 MARS 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE 5 MARS 2002 LIEU 69 INPI LYON N° D'ENREGISTREMENT 0202754 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 05 MARS 2002 PAR L'INPI		RESERVÉ À L'INPI <input checked="" type="checkbox"/> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE ETIENNE GARIN ROOSEVELT CONSULTANTS 109 rue sully BP 6138 69466 LYON CEDEX 06	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 10239			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre d'une colonne vertébrale.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		EUROSURGICAL	
Prénoms			
Forme juridique		SA	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	18 rue Robespierre BP 23	
	Code postal et ville	62217	BEAURAINS
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 5 MARS 2002 LIEU 69 INPI LYON N° D'ENREGISTREMENT 0202754 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réserve à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		10239	
6 MANDATAIRE			
Nom		GARIN	
Prénom		ETIENNE	
Cabinet ou Société		ROOSEVELT CONSULTANT	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	109 rue Sully BP 6138	
	Code postal et ville	69466	LYON CEDEX 06
N° de téléphone (facultatif)		04 72 69 90 00	
N° de télécopie (facultatif)		04 78 89 40 50	
Adresse électronique (facultatif)			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition.) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Etienne GARIN 422.37P.102		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI F. FAVRE	

PROCEDE DE VISUALISATION ET DE CONTROLE DE L'EQUILIBRE D'UNE COLONNE VERTEBRALE

5

La présente invention est relative à un procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre de la colonne vertébrale d'un patient.

10 Le procédé de visualisation et de contrôle suivant la présente invention est plus particulièrement destiné à la visualisation et au contrôle de l'équilibre de la colonne vertébrale d'un patient pendant une opération portant sur un segment rachidien corrigé au moyen d'une instrumentation rachidienne connue en soi.

15 Les instrumentations ou matériels d'ostéosynthèse connus à ce jour sont généralement constitués de vis d'ancrage osseux, de connecteurs fixés par les vis sur les corps vertébraux de chaque vertèbre et de tiges de liaison reliant les connecteurs entre eux. Parfois, les tiges de liaison sont déformées par le chirurgien pour pouvoir rétablir les courbures du segment rachidien à corriger.

20

La notion d'équilibre de la colonne vertébrale est assez complexe et est caractérisée par différents paramètres suivant les approches cliniques.

25

La plupart du temps les chirurgiens évaluent l'équilibre rachidien à la fois cliniquement et par prises de vues radiologiques.

30

Dans ce dernier cas, deux clichés radiographiques de grande taille (30cm x 90cm) sont effectués, l'un permettant de visualiser le profil de la colonne vertébrale du patient et l'autre la face.

Globalement, on considère que l'équilibre frontal de la colonne vertébrale du patient est obtenu à partir du moment où la première vertèbre thoracique (T1) est centrée par rapport au sacrum.

35

Quant à l'équilibre sagittal, on peut considérer qu'il est obtenu à partir du moment où les conduits auditifs externes se situent à la verticale des têtes fémorales.

40

Lorsque l'intervention chirurgicale sur la colonne vertébrale est nécessaire, le simple fait de fusionner des vertèbres entre-elles par l'intermédiaire d'une instrumentation peut engendrer chez le patient des troubles de l'équilibre post-opératoires.

L'objectif du chirurgien est bien évidemment dans un premier temps de réduire les courbures du rachis dans le cas d'une déformation rachidienne et/ou de fixer une zone qui sera dite instrumentée.

- 5 Dans un deuxième temps, le chirurgien doit faire en sorte que la zone instrumentée permette au patient de trouver ou retrouver son équilibre après l'opération, lorsque qu'il adoptera la position debout.

- 10 Les chirurgiens cherchent donc pendant l'opération à évaluer un éventuel équilibre ou déséquilibre post-opératoire chez le patient.

Actuellement, les chirurgiens ne disposent pas de systèmes leur permettant de savoir si le niveau instrumenté va permettre l'équilibre post-opératoire du patient.

- 15 Les chirurgiens recourent donc à la seule appréciation visuelle du segment instrumenté dans le champ opératoire. Certains utilisent un moyen radiographique (deux clichés Rx face + profil) leur permettant de visualiser de façon plus " large " la colonne vertébrale (des têtes fémorales jusqu'aux vertèbres cervicales).
- 20

Les chirurgiens peuvent alors apprécier non seulement le segment instrumenté mais également les segments sus et sous-jacents à l'instrumentation, et ce dans les plans frontaux et sagittaux.

- 25 Malheureusement, ces radiographies sont effectuées sur le patient en position couchée, sur la table d'opération, et par conséquent ne peuvent prédire de façon systématique le comportement de la colonne vertébrale opérée lorsque le patient retrouvera la position debout post-opératoire.

- 30 Le problème consiste en ce que le patient est allongé sur la table d'opération, et seules les vertèbres qui seront fusionnées sont dégagées par une voie d'abord classique postérieure.

- 35 Le chirurgien instrumente ces vertèbres, les fusionne mais ne peut apprécier la conséquence de cet acte chirurgical sur les segments sus et sous jacents qui bien évidemment s'adaptent à la nouvelle géométrie que le chirurgien donne au segment qu'il instrumente.

- 40 On constate que dans chaque instrumentation, il existe une vertèbre limite instrumentée supérieure (VLS) et une vertèbre limite instrumentée inférieure (VLI) qui sont respectivement liées naturellement aux vertèbres de la colonne vertébrale non instrumentée. qui se trouvent au dessus et au

C'est l'orientation du plateau supérieur de la première vertèbre instrumentée (VLS) par rapport au plateau inférieur de la dernière vertèbre instrumentée (VLI) qui va définir le comportement d'adaptation du segment sus-jacent et du segment sous-jacent.

5

C'est par conséquent la position relative des deux vertèbres limites instrumentées qui va conditionner la géométrie des segments sus et sous-jacent.

10

Le segment instrumenté se transforme en une grande vertèbre dont les "frontières" détermineront le comportement d'adaptation des segments sus et sous-jacents et donc conditionneront l'équilibre ou le déséquilibre post-opératoire du patient en position debout.

15

Le procédé suivant la présente invention a pour objet de déterminer l'équilibre de la colonne vertébrale en s'intéressant aux deux vertèbres extrêmes de l'instrumentation (VLS et VLI).

20

Le procédé suivant la présente invention permet de voir sur un écran de contrôle la colonne virtuelle du patient en position debout après opération.

Pour cela, il faut effectuer des mesures sur les vertèbres limites instrumentées (VLS et VLI).

25

Les mesures effectuées uniquement sur ces vertèbres permettront de limiter le temps de mesure, toujours trop long dans ces opérations souvent fastidieuses.

30

A partir des mesures effectuées sur les vertèbres limites instrumentées, des algorithmes de calcul permettent de projeter sur les radiographies préopératoires du patient les possibilités d'équilibre du patient debout en post-opératoire.

35

Ainsi, la présente invention prévoit un procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre de la colonne vertébrale dont un segment rachidien est corrigé par l'intermédiaire d'une instrumentation rachidienne connue en soi, **caractérisé en ce qu'il consiste :**

40

- à déterminer et calculer la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé,

45

- à déterminer et calculer en fonction de la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) la position des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé par l'instrumentation rachidienne,
- et à visualiser l'équilibre ou le déséquilibre de la colonne vertébrale en projection de face et de profil.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé est obtenue à partir d'une première reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel de la géométrie de l'enveloppe ou le contour externe des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) et d'une seconde reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel de la surface de l'arc postérieur des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les premières et secondes étapes de reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel permettent de déterminer, dans un espace visuel tridimensionnel, la position relative des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste en ce que les vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé sont projetées sur les radiographies de face et de profil du patient à traiter.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste en ce que la projection de face et de profil des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé permet de déterminer la position sur les radiographies de face et de profil des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé, et de visualiser sur les radiographies de face et de profil l'allure de la colonne vertébrale reconstituée.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à identifier ou digitaliser des points ou contours anatomiques sur les radiographies du patient à traiter.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à identifier ou digitaliser pour chaque vertèbre de la colonne vertébrale, au moins quatre points délimitant un rectangle reproduisant le corps vertébral.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à identifier ou digitaliser les points qui correspondent aux repères radiologiques utilisés, pour définir l'équilibre de la tête du patient par rapport au bassin.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à identifier ou digitaliser pour la tête au moins, dix points permettant de repérer le contour externe de la tête.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à identifier ou digitaliser les points qui correspondent aux repères radiologiques utilisés, pour définir l'équilibre de la tête du patient par rapport au bassin.

5 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à identifier ou digitaliser pour le bassin, au moins cinq points dont un pour la tête fémorale et au moins trois pour le sacrum, afin de former un triangle.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à incruster des points digitalisés sur les radiographies du patient.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste, à partir des radiographies sagittales et frontales du patient, à reconstruire en trois dimensions la forme géométrique des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).

15 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à déterminer la position géométrique linéaire et angulaire de la vertèbre limite inférieure (VLI), reconstruite par rapport aux radiographies de face et de profil.

20 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à projeter les vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) sur les radiographies de face et de profil.

25 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé de visualisation et de contrôle consiste à incruster dans les radiographies, la projection des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) l'une par rapport à l'autre, en effectuant un recalage de la projection de la vertèbre limite inférieure (VLI).

30 L'invention concerne également un système de traitement d'images, comportant des moyens pour la mise en œuvre du procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre de la colonne vertébrale.

35 Les caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivant des modes de réalisation particuliers faits à titre non limitatif en relation avec les figures annexées.

40 La figure 1 représente une radiographie sagittale d'un patient debout, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier le bassin et les têtes fémorales.

45 La figure 2 illustre une radiographie sagittale d'un patient debout en flexion cervicale, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier la tête, les vertèbres sus jacentes à l'instrumentation et la vertèbre limite supérieure instrumentée (VLS).

La figure 3 montre une radiographie sagittale d'un patient debout en extension cervicale, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier la

tête, les vertèbres sus jacentes à l'instrumentation et la vertèbre limite supérieure instrumentée (VLS).

5 La figure 4 représente une radiographie sagittale d'un patient assis en flexion lombaire, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier le bassin, les vertèbres sous jacentes à l'instrumentation et la vertèbre limite inférieure (VLI) instrumentée.

10 La figure 5 représente une radiographie sagittale d'un patient assis en extension lombaire, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier le bassin, les vertèbres sous jacentes à l'instrumentation et la vertèbre limite inférieure (VLI) instrumentée.

15 La figure 6 illustre une radiographie frontale d'un patient debout, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier le bassin et les têtes fémorales.

20 La figure 7 montre une radiographie frontale d'un patient couché en inflexion latérale à gauche, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier la tête, les vertèbres sus et sous jacentes à l'instrumentation, les vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) instrumentées, le bassin et les têtes fémorales.

25 La figure 8 représente une radiographie frontale d'un patient couché en inflexion latérale à droite, sur laquelle des points anatomiques sont digitalisés pour identifier la tête, les vertèbres sus et sous jacentes à l'instrumentation, les vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) instrumentées, le bassin et les têtes fémorales.

30 La figure 9 illustre la radiographie de la figure 1 dans laquelle ont été incrustés les points anatomiques digitalisés dans les radiographies des figures 4 et 5, ceci après mise en correspondance des échelles et ajustement par rapport au bassin.

35 La figure 10 montre la radiographie de la figure 6 dans laquelle ont été incrustés les points anatomiques digitalisés dans les radiographies des figures 7 et 8, (uniquement ceux représentant le bassin, les vertèbres sous jacentes à l'instrumentation, et la vertèbre limite inférieure (VLI) instrumentée), ceci après mise en correspondance des échelles et ajustement par rapport au bassin.

40 La figure 11 illustre la radiographie de la figure 9 dans laquelle a été incrustée la projection des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) en effectuant un recalage de la vertèbre limite inférieure (VLI) instrumentée.

45 La figure 12 montre la radiographie de la figure 10 dans laquelle a été incrustée la projection des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) en effectuant un recalage de la vertèbre limite inférieure (VLI) instrumentée.

La figure 13 représente la radiographie de la figure 11 dans laquelle ont été incrustés les points anatomiques digitalisés dans les radiographies des figures 4 et 5, ceci après mise en correspondance des échelles et ajustement par rapport au bassin.

vertèbres sus jacentes et vertèbres limites supérieures (VLS) instrumentées), en effectuant un recalage de la vertèbre limite supérieure (VLS) instrumentée.

- 5 La figure 14 illustre la radiographie de la figure 12 dans laquelle ont été incrustés les points digitalisés sur la radiographie des figures 7 et 8 (tête, vertèbres sus jacentes et vertèbres limites supérieures (VLS) instrumentées), en effectuant un recalage de la vertèbre limite supérieure (VLS) instrumentée.

10 ❖ PREMIERE ETAPE DU PROCEDE

La première étape du procédé consiste à identifier ou digitaliser des points ou contours anatomiques sur les radiographies du patient à traiter.

- 15 Ainsi pour chaque vertèbre 2 de la colonne vertébrale 1, il est nécessaire d'identifier au moins quatre points. Ces derniers délimitent un rectangle reproduisant le corps vertébral.

- 20 Pour la tête 3, il est nécessaire d'identifier les points anatomiques qui correspondent habituellement aux repères radiologiques utilisés pour définir l'équilibre de la tête 3 du patient par rapport à son bassin 4.

- 25 Pour la tête 3, il peut être nécessaire d'identifier, mais de manière non limitative, au moins dix points qui permettent de repérer le contour externe de la tête.

- 25 Pour le bassin 4, il est nécessaire d'identifier au moins les points anatomiques définissant le centre de chaque tête fémorale 5 et le sacrum 6.

- 30 Pour le bassin 4, il est nécessaire d'identifier au moins cinq points dont un par tête fémorale 5 et au moins trois pour le sacrum 6 afin de former un triangle.

On note que les coordonnées en deux dimensions (x, y) de chaque point sont connues dans le repère lié à la radiographie numérisée.

- 35 Cette première étape est illustrée sur chacune des figures 1 à 8.

❖ DEUXIEME ETAPE DU PROCEDE

- 40 La seconde étape du procédé consiste à incruster les points digitalisés sur les radiographies des figures 4 et 5 dans la radiographie de la figure 1.

- Lors de cette incrustation des points ou contours digitalisés, il est nécessaire d'ajuster l'échelle entre les radiographies et de superposer les points définissant le bassin 4 par recalage (figure 9).

- 45 Egalement, il est procédé à l'incrustation des points digitalisés sur les radiographies des figures 7 et 8 dans la radiographie de la figure 6.

- Les points ou contours digitalisés concernent plus particulièrement ceux représentant le bassin 4, les vertèbres 2 sous jacentes à l'instrumentation, et la vertèbre limite inférieure (VLI) instrumentée. Il est prévu dans cette étape du procédé une mise en correspondance des échelles et un ajustement ou recalage des points ou contour par rapport au bassin 4 (figure 10).

❖ TROISIEME ETAPE DU PROCEDE

- Cette étape consiste, à partir des radiographies sagittales (figure 1) et frontales (figure 6), en une reconstruction en trois dimensions de la forme géométrique des vertèbres 2 et plus particulièrement des vertèbres limites instrumentées à savoir :
- la vertèbre limite supérieure (VLS),
 - et la vertèbre limite inférieure (VLI).
- Cette étape consiste également à déterminer la position géométrique linéaire et angulaire de la vertèbre limite inférieure (VLI) reconstruite par rapport aux radiographies de face et de profil (positionnement du patient par rapport aux films (Rx) lors de la prise des clichés radiographiques).
- Lors de cette étape il est nécessaire de matérialiser des repères géométriques à savoir :
- un repère trois dimensions est associé à la géométrie trois dimensions de la vertèbre limite supérieure (VLS).
 - un repère trois dimensions est associé à la géométrie trois dimensions de la vertèbre limite inférieure (VLI).
 - un repère deux dimensions est associé à la projection de la forme géométrique de la vertèbre limite supérieure (VLI) sur la radiographie de profil (figure 1).
 - un repère deux dimensions est associé à la projection de la forme géométrique de la vertèbre limite inférieure (VLI) sur la radiographie de face (figure 6).

❖ QUATRIEME ETAPE DU PROCEDE

- Cette étape consiste à reconstruire dans un espace visuel tridimensionnel la géométrie de l'enveloppe ou le contour externe des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).

- Lors de cette étape, il est prévu une seconde reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel de la surface de l'arc postérieur des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).

❖ CINQUIEME ETAPE DU PROCEDE

- Cette étape consiste à projeter les vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) sur les radiographies de face et de profil grâce aux relations établies entre les repères trois dimensions et deux dimensions définis lors de la

Cette étape consiste également à incruster dans les radiographies des figures 9 et 10 la projection des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) l'une par rapport à l'autre en effectuant un recalage de la projection de la vertèbre limite inférieure (VLI) sur les deux positions qu'occupe cette vertèbre dans les radiographies des figures 9 et 10.

Les figures 11 et 12 illustrent cette étape.

❖ SIXIEME ETAPE DU PROCEDE

Cette étape consiste à incruster dans la radiographie de la figure 11 les points ou contours digitalisés sur les radiographies des figures 2 et 3 en ajustant l'échelle entre les radiographies et en effectuant un recalage par rapport à la vertèbre limite supérieure (VLS).

De la même manière, les points ou contours digitalisés sur les radiographies des figures 7 et 8 sont incrustés dans la radiographie de la figure 12, en ajustant l'échelle entre les radiographies et en effectuant un recalage par rapport à la vertèbre limite supérieure (VLS).

Les figures 13 et 14 illustrent cette étape.

❖ SEPTIEME ETAPE DU PROCEDE

Cette étape consiste, à partir des résultats obtenus lors des étapes précédentes :

- à déterminer et calculer la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé ,
- à déterminer et calculer en fonction de la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) la position des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé par l'instrumentation rachidienne,
- et à visualiser l'équilibre ou le déséquilibre de la colonne vertébrale 1 en projection de face et de profil.

On note que pour la réalisation de la quatrième étape, cette dernière peut être, par exemple, réalisée à partir d'émetteur / capteur trois dimensions pourvus d'un stylo palpeur permettant la reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel du contour externe et de la surface de l'arc postérieur des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).

En outre, la mise en œuvre du procédé de l'invention fait appel à des techniques de traitement numérique d'images dont la réalisation pratique est à la portée de l'homme du métier.

Cette mise en œuvre est réalisée à partir d'un système de traitement d'images pour permettre la visualisation des résultats et de la position relative en projection de face et de profil des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et

inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé par l'intermédiaire de l'instrumentation rachidienne.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre de la colonne vertébrale dont d'un segment rachidien est corrigé par l'intermédiaire d'une instrumentation rachidienne connue en soi, caractérisé en ce qu'il consiste :
 - à déterminer et calculer la position relative tridimensionnelle des vertèbres
 - 10 limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé,
 - à déterminer et calculer en fonction de la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI), la position des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé par l'instrumentation rachidienne,
 - 15 - et à visualiser l'équilibre ou le déséquilibre de la colonne vertébrale (1) en projection de face et de profil.
2. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé est obtenue à partir d'une première reconstruction dans un espace
- 20 visuel tridimensionnel de la géométrie de l'enveloppe ou le contour externe des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) et d'une seconde reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel de la surface de l'arc postérieur des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).
- 25 3. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** les premières et secondes étapes de reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel permettent de déterminer dans un espace visuel tridimensionnel la position relative des vertèbres limites instrumentées
- 30 supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé.
4. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** les vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé sont projetées sur les radiographies de
- 35 face et de profil du patient à traiter.
5. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** la projection de face et de profil des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé permet de
- 40 déterminer la position sur les radiographies de face et de profil des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé, et de visualiser sur les radiographies de face et de profil l'allure de la colonne vertébrale reconstituée.
- 45 6. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** il consiste à identifier ou digitaliser des points ou contours anatomiques sur les radiographies du patient à traiter.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre de la colonne vertébrale dont un segment rachidien est corrigé par l'intermédiaire d'une instrumentation rachidienne connue en soi, **caractérisé en ce** qu'il consiste :
 - à déterminer et calculer la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé par l'intermédiaire de points ou contours anatomiques identifiés ou digitalisés sur les radiographies du patient à traiter,
 - à déterminer et calculer en fonction de la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI), la position des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé par l'instrumentation rachidienne, par l'intermédiaire de points ou contours anatomiques identifiés ou digitalisés sur les radiographies du patient à traiter,
 - et à visualiser l'équilibre ou le déséquilibre de la colonne vertébrale (1) en position verticale et en projection de face et de profil.
- 20 2. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la position relative tridimensionnelle des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé est obtenue à partir d'une première reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel de la géométrie de l'enveloppe ou le contour externe des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) et d'une seconde reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel de la surface de l'arc postérieur des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).
- 25 3. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** les premières et secondes étapes de reconstruction dans un espace visuel tridimensionnel permettent de déterminer dans un espace visuel tridimensionnel la position relative des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé.
- 30 4. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** les vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé sont projetées sur les radiographies de face et de profil du patient à traiter.
- 35 5. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** la projection de face et de profil des vertèbres limites instrumentées supérieures (VLS) et inférieures (VLI) du segment rachidien corrigé permet de déterminer la position sur les radiographies de face et de profil des segments rachidiens se trouvant au dessus et au dessous du segment rachidien corrigé, et de visualiser sur les radiographies de face et de profil l'allure de la colonne vertébrale reconstituée.
- 40
- 45

- 5 7. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour chaque vertèbre de la colonne vertébrale, au moins quatre points délimitant un rectangle reproduisant le corps vertébral.
- 10 8. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser les points qui correspondent aux repères radiologiques utilisés pour définir l'équilibre de la tête du patient par rapport au bassin.
- 15 9. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 8, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour la tête au moins dix points permettant de repérer le contour externe de la tête.
- 20 10. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour le bassin au moins les points anatomiques définissant le centre de chaque tête fémorale et le plateau sacré.
- 25 11. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 10, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour le bassin, au moins cinq points dont un par tête fémorale et au moins trois pour le sacrum afin de former un triangle.
- 30 12. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à incruster des points digitalisés sur les radiographies du patient.
- 35 13. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste, à partir des radiographies sagittales et frontales du patient, à reconstruire en trois dimensions la forme géométrique des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).
- 40 14. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à déterminer la position géométrique linéaire et angulaire de la vertèbre limite inférieure (VLI) reconstruite par rapport aux radiographies de face et de profil.
- 45 15. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à projeter les vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) sur les radiographies de face et de profil.
16. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 6, **caractérisé en ce** qu'il consiste à incruster dans les radiographies la projection des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) l'une par rapport à l'autre en effectuant un recalage de la projection de la vertèbre limite inférieure (VLI).

6. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour chaque vertèbre de la colonne vertébrale, au moins quatre points délimitant un rectangle reproduisant le corps vertébral.
- 5
7. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser les points qui correspondent aux repères radiologiques utilisés pour définir l'équilibre de la tête du patient par rapport au bassin.
- 10
8. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 7, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour la tête au moins dix points permettant de repérer le contour externe de la tête.
- 15
9. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour le bassin au moins les points anatomiques définissant le centre de chaque tête fémorale et le plateau sacré.
- 20
10. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 9, **caractérisé en ce** qu'il consiste à identifier ou digitaliser pour le bassin, au moins cinq points dont un par tête fémorale et au moins trois pour le sacrum afin de former un triangle.
- 25
11. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à incruster des points digitalisés sur les radiographies du patient.
- 30
12. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste, à partir des radiographies sagittales et frontales du patient, à reconstruire en trois dimensions la forme géométrique des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI).
- 35
13. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à déterminer la position géométrique linéaire et angulaire de la vertèbre limite inférieure (VLI) reconstruite par rapport aux radiographies de face et de profil.
- 40
14. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à projeter les vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) sur les radiographies de face et de profil.
- 45
15. Procédé de visualisation et de contrôle suivant la revendication 1, **caractérisé en ce** qu'il consiste à incruster dans les radiographies la projection des vertèbres limites supérieures (VLS) et inférieures (VLI) l'une par rapport à l'autre en effectuant un recalage de la projection de la vertèbre limite inférieure (VLI).

17. Système de traitement d'images, **caractérisé en ce** qu'il comporte des moyens pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16.

5

10

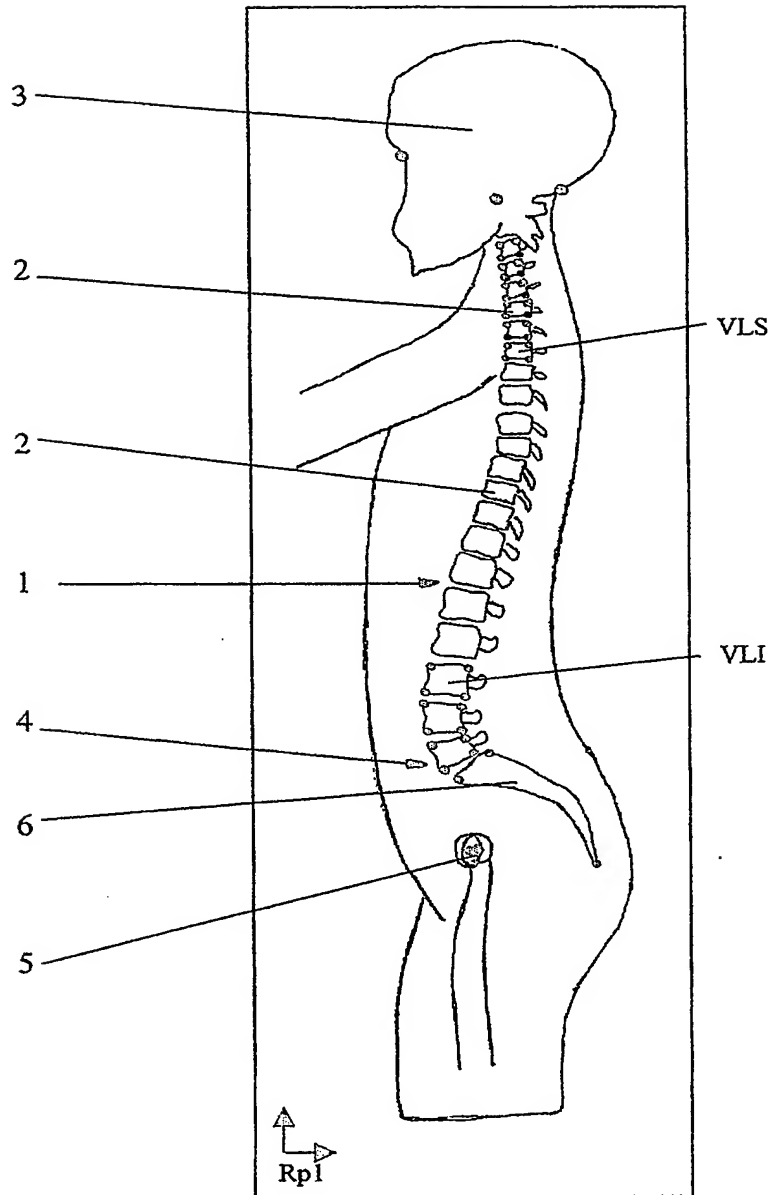


Figure 1

2/12

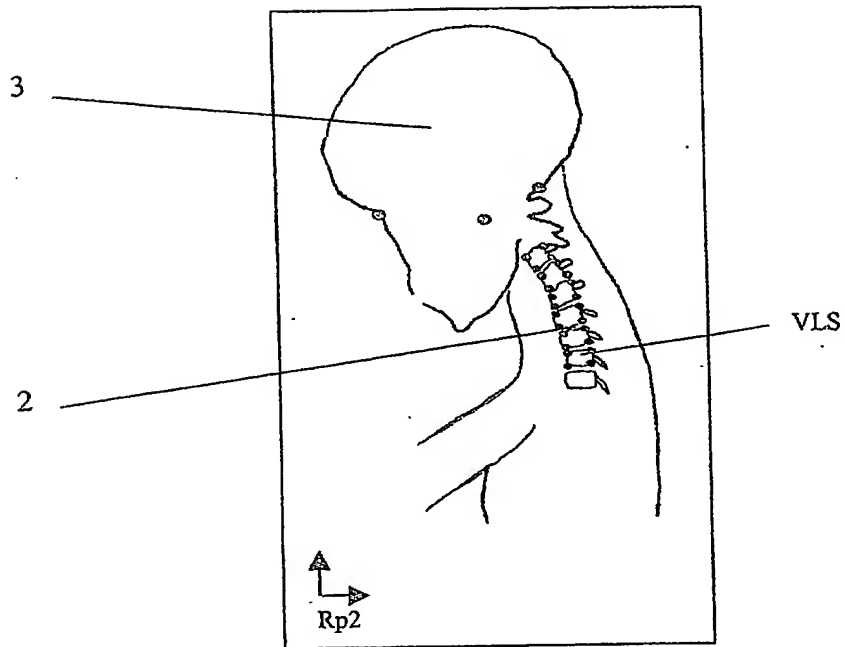


Figure 2

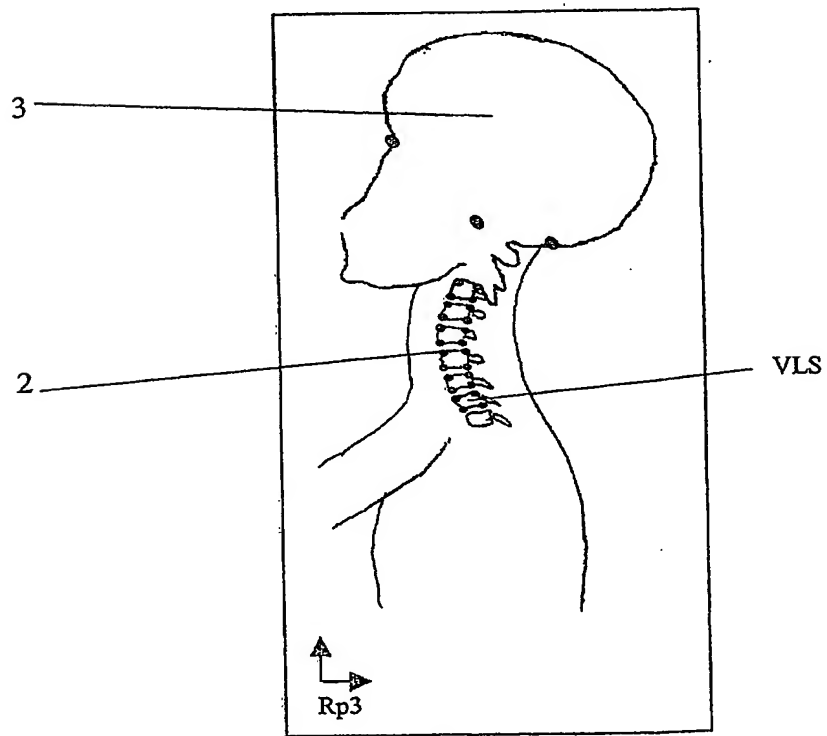


Figure 3

3/12

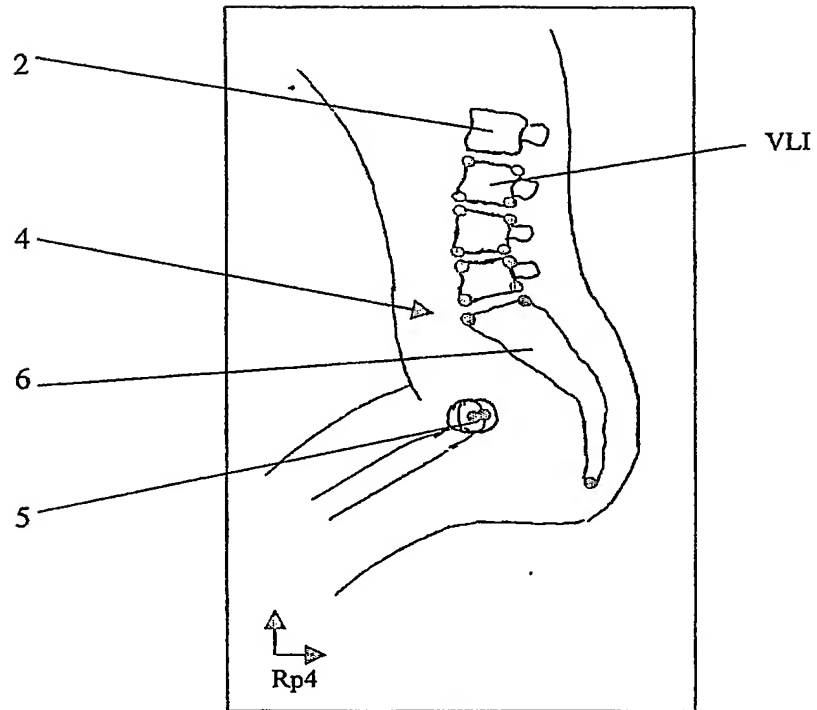
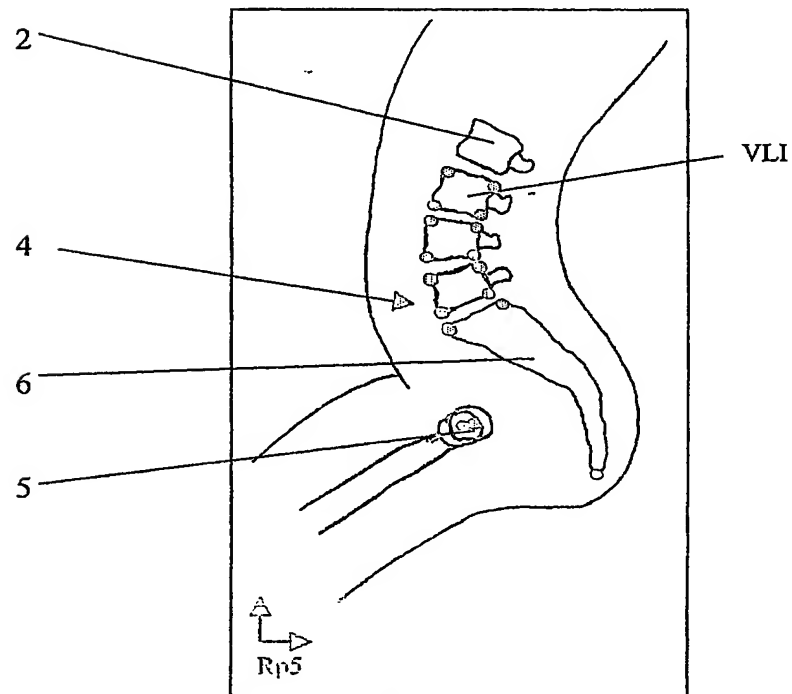


Figure 4



4/12

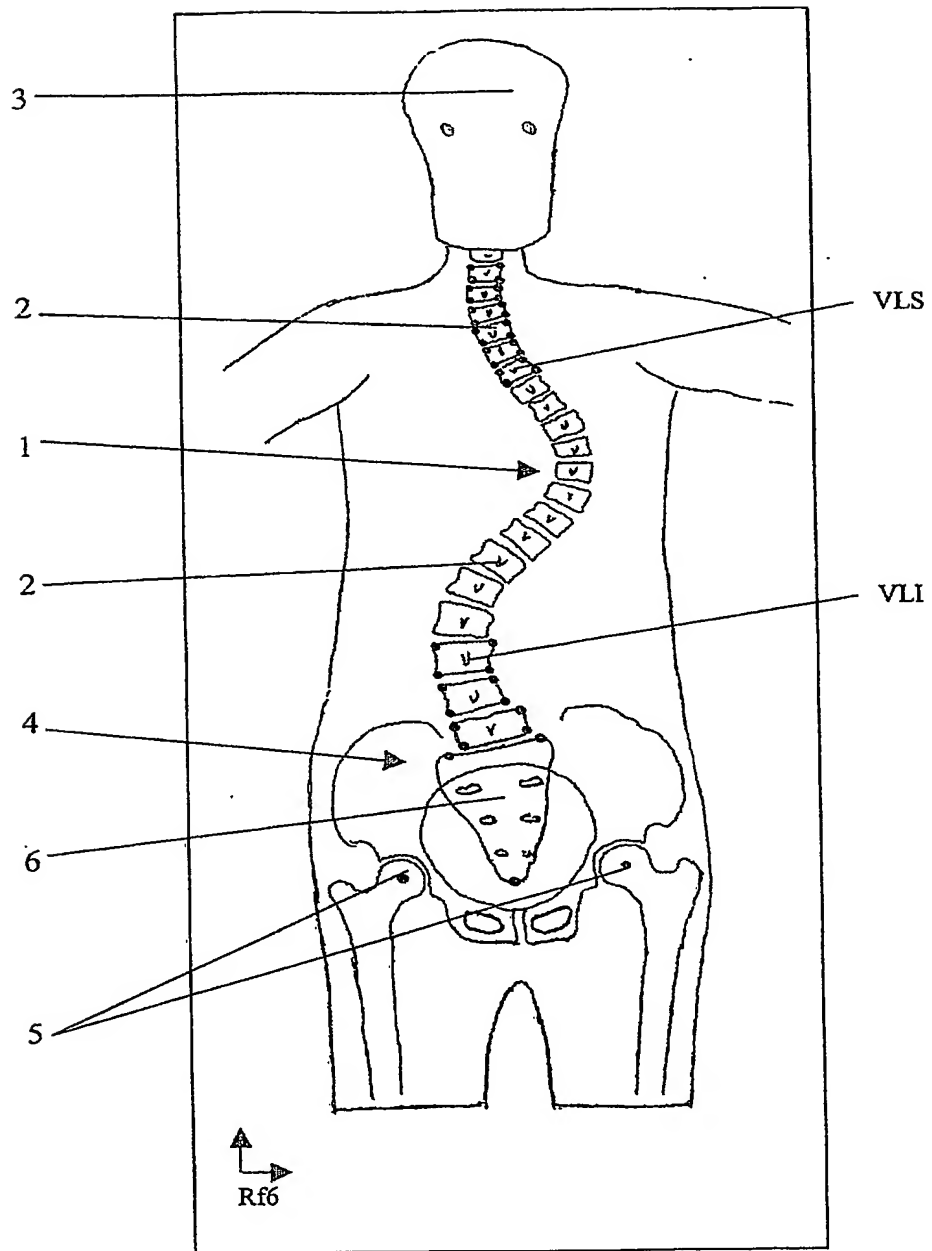


Figure 6

5/12

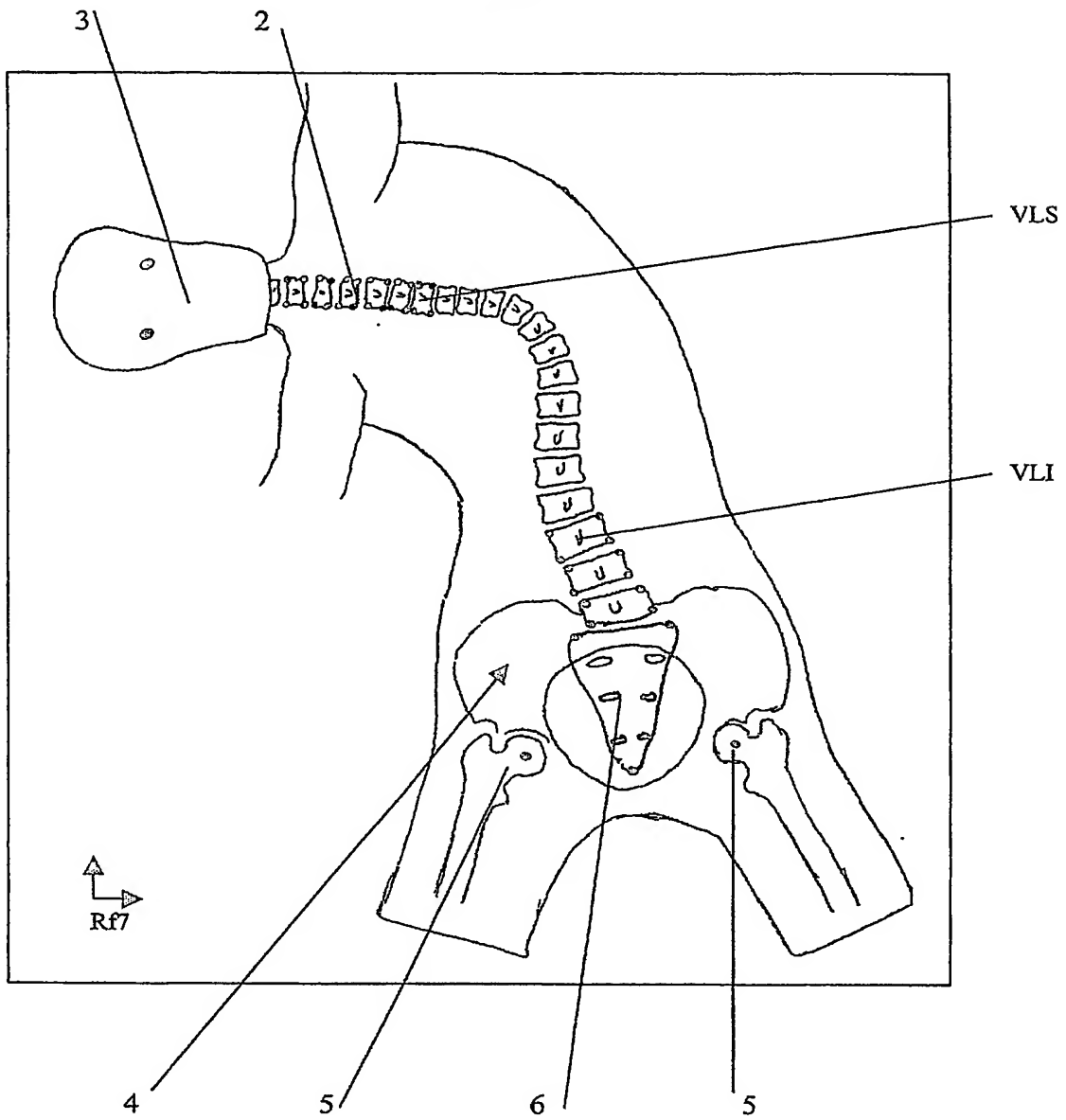


Figure 7

6/12

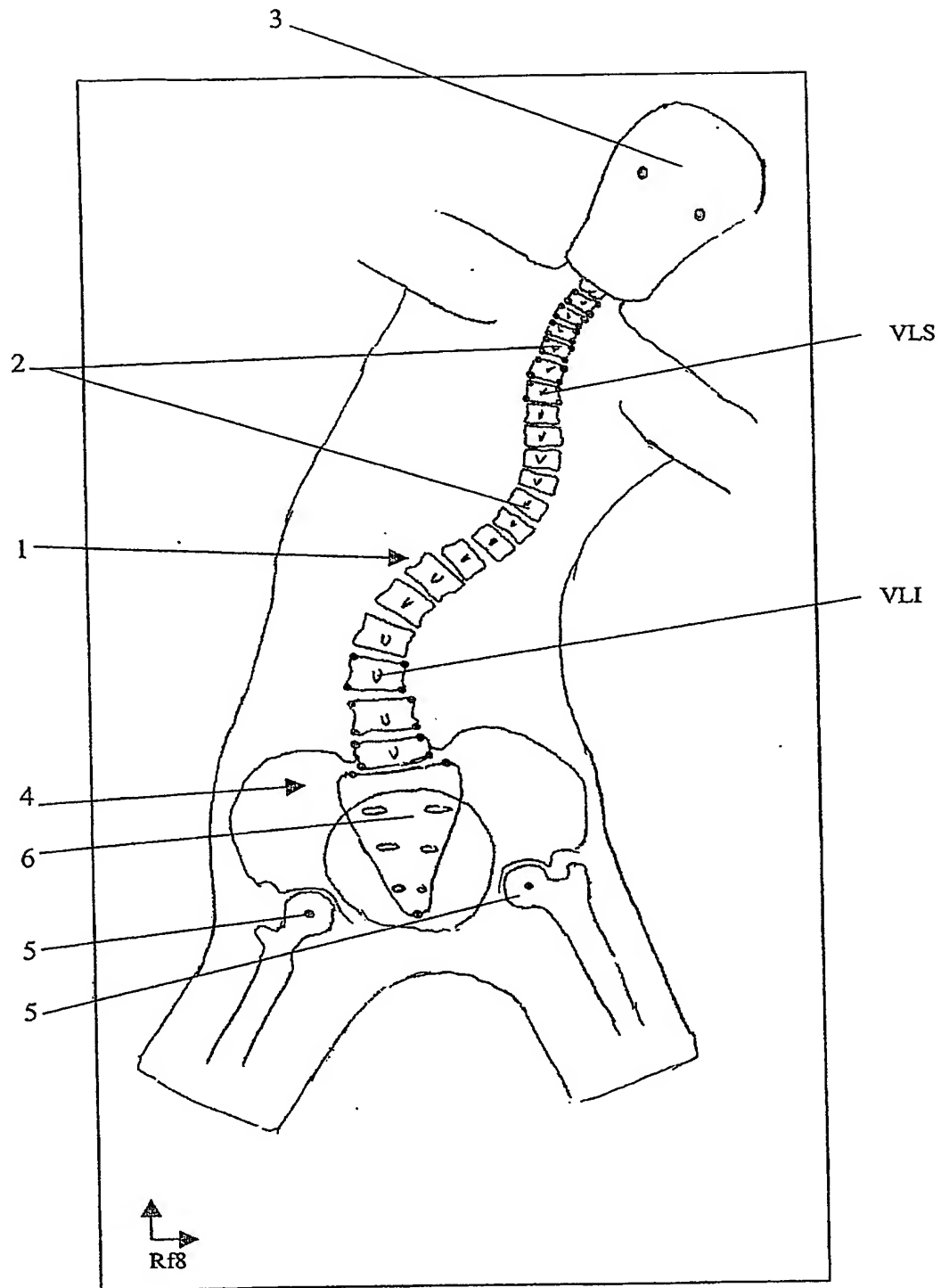


Figure 8

7/12

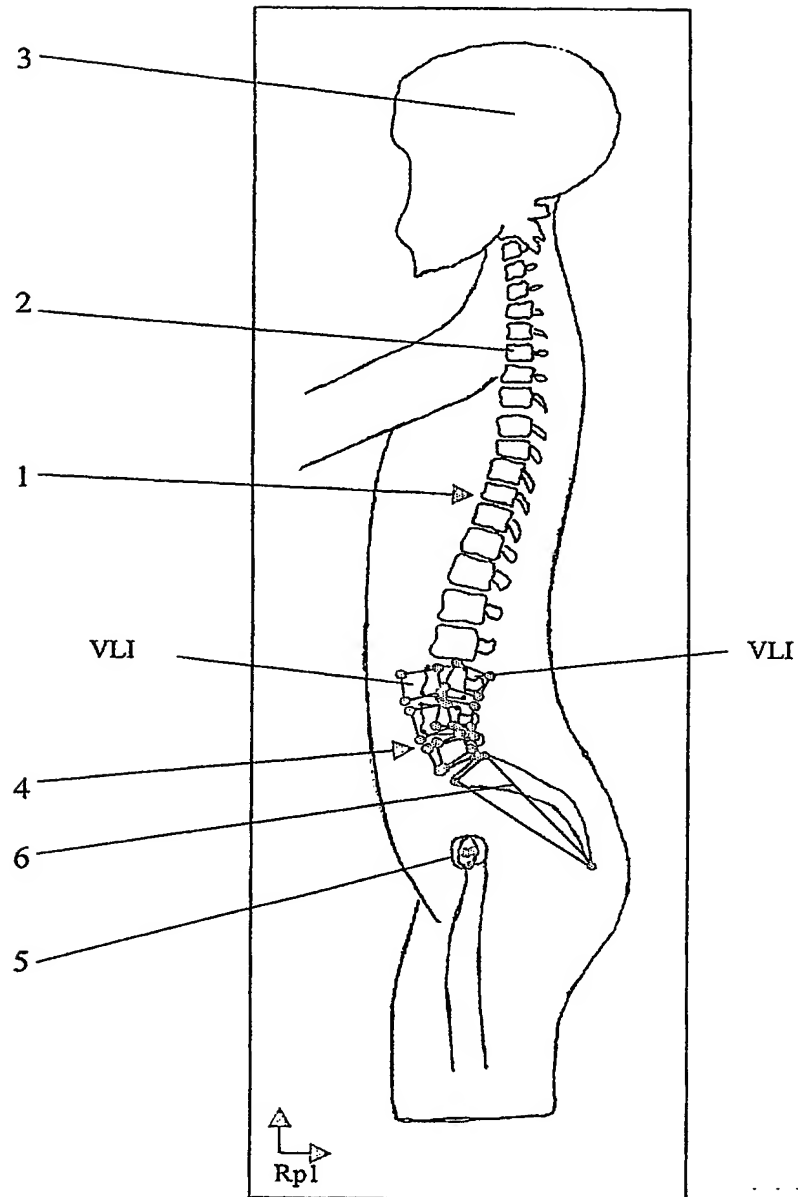


Figure 9

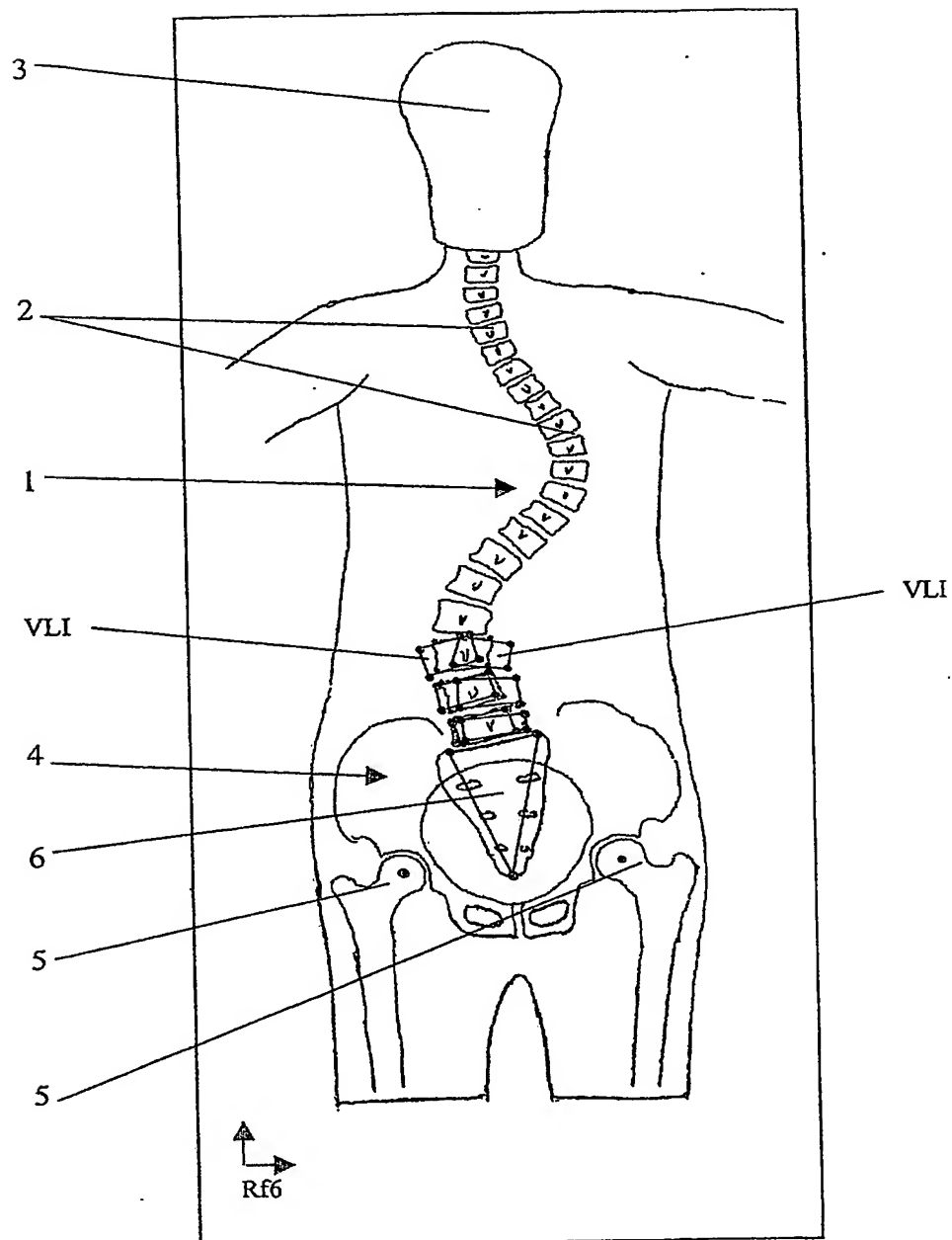


Figure 10

9/12

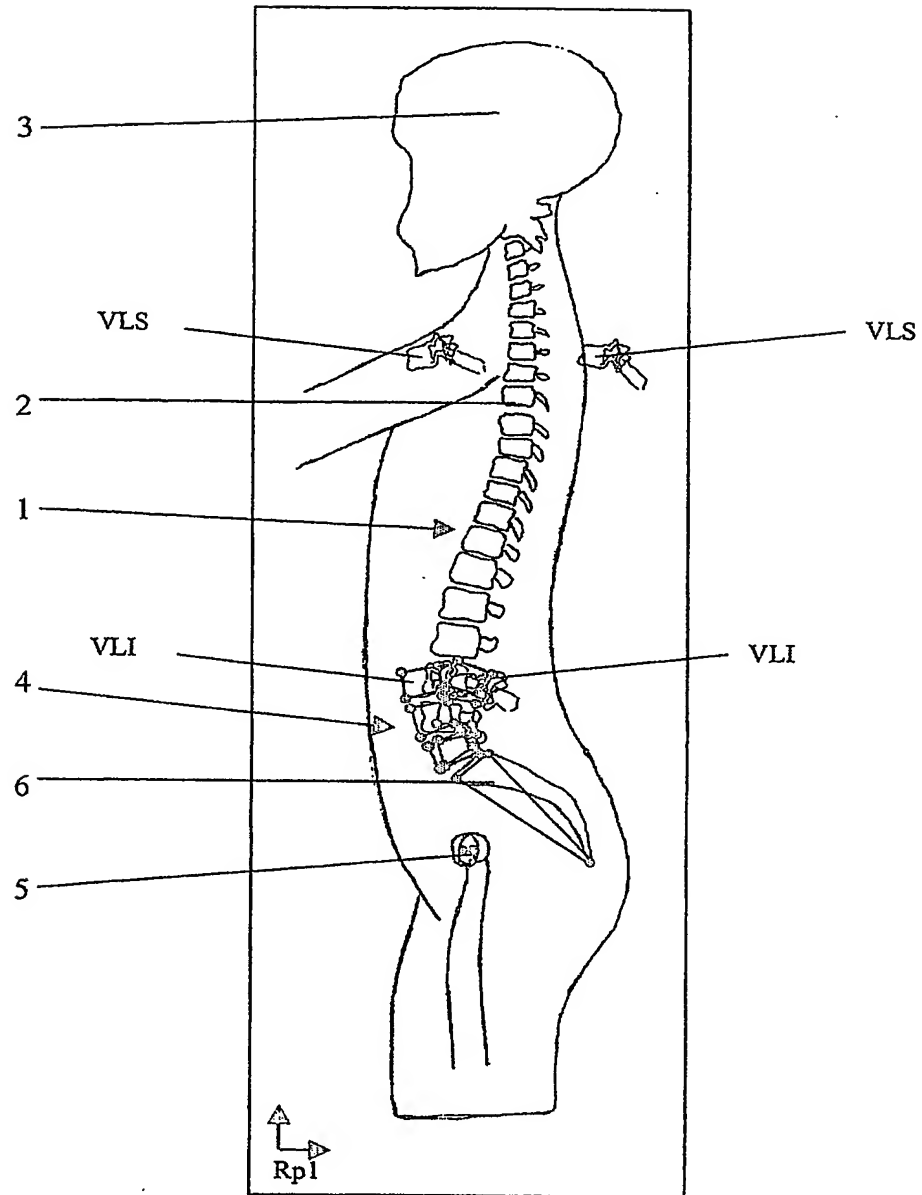


Figure 11

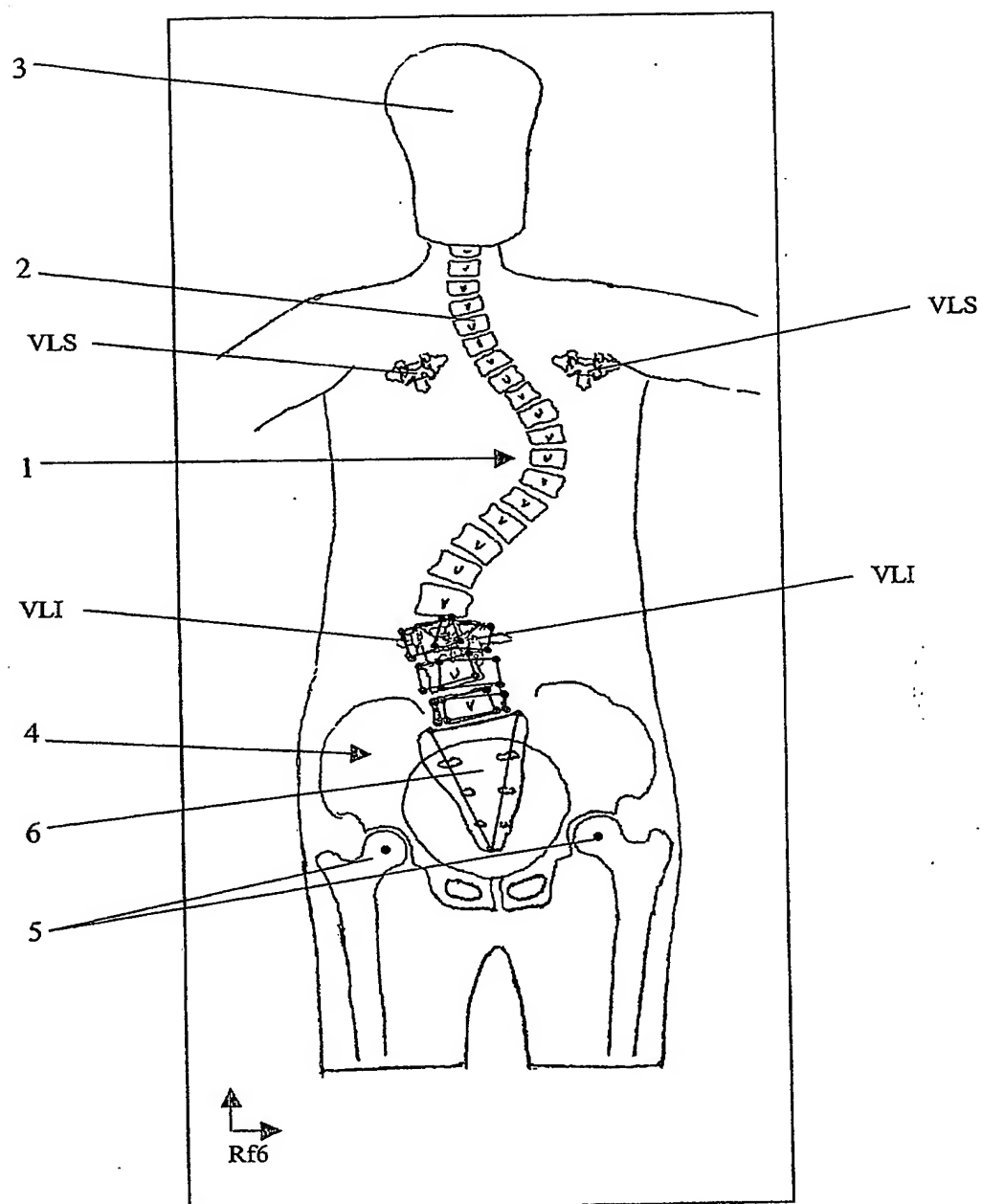


Figure 12

11/12

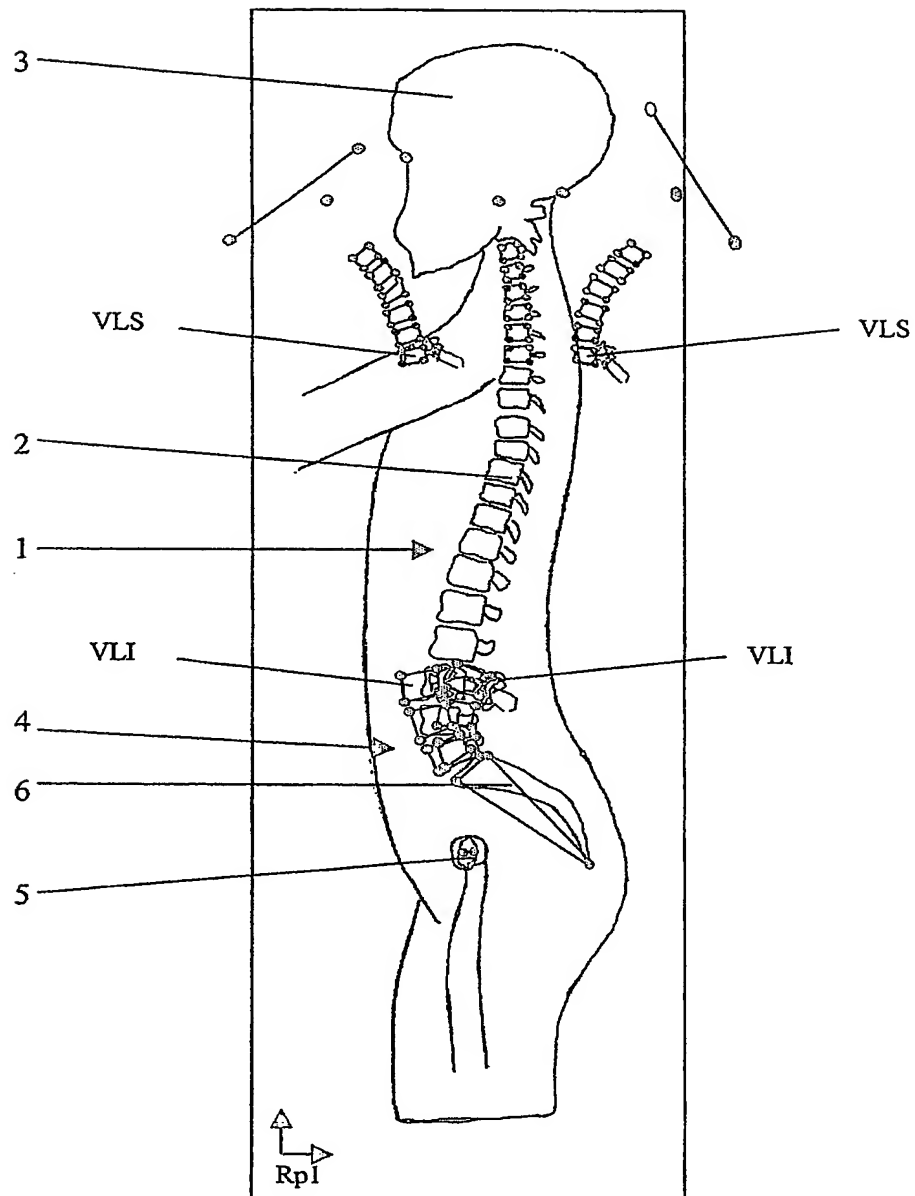


Figure 13

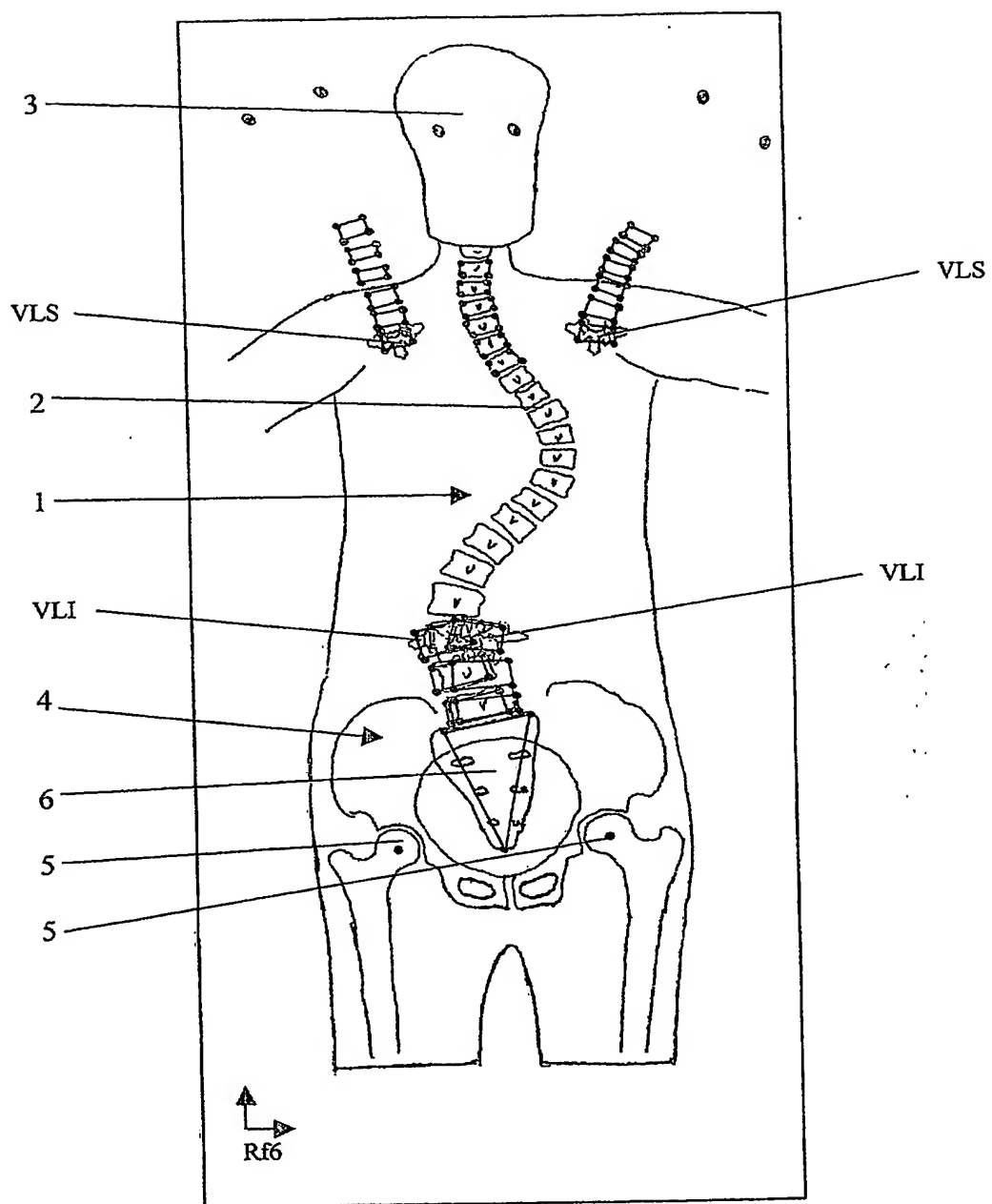


Figure 14



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI


N° 11235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i>		10239	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02 02 756	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé de visualisation et de contrôle de l'équilibre d'une colonne vertébrale.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : EUROSURGICAL SA			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		VIART	
Prénoms		GUY	
Adresse	Rue	6 rue de Vaulx	
	Code postal et ville	62128	SAINT LEGER
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
Nom		GALLARD	
Prénoms		EMERIC	
Adresse	Rue	102 rue Saint Maur Bat B/12	
	Code postal et ville	75011	PARIS
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
Florian GARNIER 11/03/13			